

# **Patentes, proximidad tecnológica y empleo industrial en Castilla-La Mancha<sup>1</sup>**

## ***Patens, technological proximity and industrial employment in Castilla-La Mancha***

**M<sup>a</sup> José Calderón Millán**  
**Nuria Gómez Sanz**  
**Luis Antonio López Santiago**  
**María Ángeles Tobarra Gómez**  
**Universidad de Castilla-La Mancha**

Recibido, Enero de 2008; Versión final aceptada, Septiembre de 2008.

PALABRAS CLAVE: Empleo, Spillovers de patentes, Proximidad tecnológica

KEY WORDS: Employment, Patent spillovers, Technological proximity

Clasificación JEL: O33; J23; C67; L6

### RESUMEN

Este trabajo investiga la incidencia de la tecnología sobre la evolución del empleo industrial de Castilla-La Mancha (CLM) entre 1993 y 2002. El trabajo centra la atención en la importancia que para una región como CLM tienen las externalidades o spillovers tecnológicos. En concreto, a través de una medida de spillovers de patentes, se comprueba como la proximidad tecnológica es una variable clave en la adquisición de conocimientos por la industria regional. En términos de empleo, encontramos que la industria de CLM ha utilizado la tecnología que ha adquirido, en mayor grado a través de spillovers procedentes de la economía española que mediante su propio esfuerzo innovador, para ahorrar horas de trabajo.

### ABSTRACT

This work analyses the impact of technology on industrial employment in Castilla-La Mancha (CLM) for the period 1993-2002, paying special attention to the role of externalities or technological spillovers. A measure of spillovers based on patents is calculated and it shows that technological proximity is a key element as a source of knowledge for CLM's industry. The new technology, achieved mainly as spillovers rather than as a result of the own innovative effort, has reduced the labour requirements.

1 Los autores quieren agradecer la financiación recibida por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y por FEDER a través del proyecto de investigación PBI-05-015 y también los comentarios y sugerencias de los evaluadores anónimos.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de la tecnología en el empleo de la industria en Castilla-La Mancha (CLM). Esta industria está especializada en sectores tradicionales donde predominan pequeñas y medianas empresas de capital regional que realizan un esfuerzo innovador reducido. Por ello, la apropiación de la tecnología que realizan las empresas castellano-manchegas se produce, principalmente, comprándola en el mercado, o a través de la copia o la imitación. En estos dos últimos casos hablaremos de spillovers o externalidades tecnológicas, y sobre ellos centraremos nuestra atención en este trabajo.

El hecho de que la tecnología sea un bien no rival y el que sólo sea parcialmente excluible le confiere características de bien público. Por ello, la difusión de tecnología entre agentes económicos se produce en muchos casos de forma involuntaria, a través de externalidades o spillovers. La literatura empírica que analiza la repercusión de los spillovers de tecnología en la economía, sobre todo en la producción y la productividad, es muy amplia y surge a partir del trabajo seminal de Griliches (1979). Es posible encontrar minuciosas revisiones de la literatura que realizan Griliches (1992), Mohnen (2001) o Cincera y Van Pottelsberghe de la Potterie (2001), entre otros.

La importancia de estas externalidades de I+D, unida a la presencia de rendimientos crecientes de escala y de fuertes efectos acumulativos en este tipo de actividades, llevan, según la tesis schumpeteriana y de la escuela de crecimiento endógeno, a su concentración en ciertas regiones con ventajas de localización (mercado potencial, capital humano, capital físico, etc.)<sup>2</sup>. Aquellas regiones que no poseen esas ventajas, como es el caso de CLM, tendrán más dificultades para generar su propia tecnología, y más incentivos para adquirir tecnología a través de otros medios. Además, la proximidad física a algunas zonas con ventajas de localización, como son Madrid y la Comunidad Valenciana, es uno de los elementos que favorecen la transmisión de innovaciones, ya que, como señala Rodríguez-Pose (1999), dicha proximidad aumenta la movilidad del conocimiento y reduce los costes de transacción vinculados a éste. Así mismo, existe evidencia sobre las externalidades derivadas del efecto distrito en CLM, dada su estructura de pymes y su concentración en determinadas zonas, como ha mostrado Ruiz (2007), si bien la baja diversidad y la especialización en sectores en declive, hace que esos spillovers a nivel de distrito no tengan grandes efectos positivos sobre la productividad. La conjunción de estas condiciones supone que las empresas de CLM tengan incentivos para limitar sus

2 Véase una revisión de las causas que contribuyen a las ventajas de la localización en Rodríguez-Pose (1999 y 2004).

gastos en I+D y aprovecharse de la condición de bien público del conocimiento y de la cercanía relativa de las áreas donde éste se localiza.

La posibilidad de transmitir tecnología entre distintos agentes económicos se ve también condicionada por la proximidad tecnológica entre esos agentes (Jaffe, 1986, Verspagen, 1997, Branstetter, 2001, Hollanders y Ter Weel, 2002, Bottazzi y Peri, 2003 y Moreno *et al.*, 2006). El concepto de proximidad tecnológica hace referencia a que la actividad innovadora de un agente, ya sea empresa, sector o región, se ve afectada por las acciones en investigación que realizan los agentes que están en su mismo espacio tecnológico. En nuestro caso, utilizamos la matriz de patentes calculada por Verspagen (1997) para medir la proximidad tecnológica entre distintas industrias a partir del grado de similitud en el portafolio de sus patentes. Cuando las patentes generadas por dos ramas sean similares, se puede afirmar que están tecnológicamente próximas. Aunque el coste de transmitir los nuevos conocimientos aumenta con la distancia, como señaló Krugman (1991), el concepto de proximidad tecnológica es una forma de acortar la distancia física que separa a los distintos agentes.

A partir de la matriz de patentes y los stock de I+D de la industria española calculamos la transferencia de tecnología que se produce desde cada rama nacional a su correspondiente rama regional, es lo que denominamos los spillovers de patentes. Además, estos spillovers de patentes son geográficos, porque recogen transmisión de información entre agentes situados en distintos espacios, y, también, inter-industriales, porque cuantifican transferencias de tecnología vía patentes generadas por unas industrias y utilizadas por otras. El objetivo final es calcular el impacto que tienen esos spillovers de patentes sobre el empleo industrial en CLM. A escala regional, trabajamos con spillovers inter-industriales, medidos a través del efecto de la suma del stock de I+D del resto de la industria sobre el empleo de un determinado sector.

La capacidad de absorción de tecnología del agente económico también repercute en el éxito de la transferencia de tecnología (Griffith *et al.*, 2003). Es mucho más probable que una empresa que tiene trabajadores cualificados y realiza gastos en I+D sea capaz de copiar o imitar las innovaciones que introduzcan sus competidores. Lo mismo podríamos decir para las industrias de distintas regiones. Aquellas regiones cuyas industrias sean más innovadoras serán las que más fácilmente adquieran los conocimientos generados en otros territorios, sobre todo de las ramas próximas tecnológicamente. La variable elegida en este trabajo para cuantificar la capacidad de absorción de las distintas ramas industriales de CLM es su stock de I+D.

Una vez calculadas las medidas de tecnología estimamos su impacto sobre el empleo industrial de CLM a partir de función de demanda de trabajo y mediante técnicas de datos de panel dinámico. Las referencias en este caso son Barrell y Pain (1997) y Piva y Vivarelli (2005) para la economía internacional y Llorca y Gil

(2002) y García *et al.* (2002) para la economía española, ya que estiman también funciones de demanda de trabajo. Además, hay que señalar el trabajo de Hollanders y Ter Weel (2002), ya que es el único que conocemos que analiza el efecto sobre el empleo de los spillovers generados a partir de matrices de patentes para seis países de la UE. La diferencia con nuestro análisis es que estos autores se centran en el impacto del empleo cualificado *versus* no cualificado, y nosotros lo hacemos sobre el total del empleo<sup>3</sup>.

El esquema seguido en el trabajo es el siguiente. En la sección 2, se revisa la literatura que analiza la importancia de las externalidades en la difusión de tecnología, sobre todo la que se basa en patentes. En la sección 3, se presentan las diferentes medidas de transferencia de tecnología calculadas y la ecuación de demanda de trabajo a estimar. En la sección 4, se analiza la evolución reciente del empleo y de la tecnología en la industria de CLM. En la sección 5, se efectúan las estimaciones de la demanda de trabajo. Por último, la sección 6 se dedica a las conclusiones.

---

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA: SPILLOVERS, PATENTES Y EMPLEO

---

Las empresas realizan esfuerzos en I+D con la finalidad de innovar y, a pesar del esfuerzo que llevan a cabo esas empresas para disfrutar en exclusiva de dichas innovaciones, codificando las nuevas ideas a través de patentes y otros derechos de propiedad, la exclusión de los competidores del uso de esas innovaciones no es completa. El conocimiento tecnológico tiene un importante carácter de bien público, aunque es cierto que en las primeras etapas está sólo a disposición de la empresa innovadora. Griliches (1979) distinguió entre dos tipos de spillovers que actualmente se conocen como *de conocimiento* y *de rentas*. Los *spillovers de conocimiento* se refieren a la transmisión de conocimiento entre agentes económicos que no requieren transacciones de mercado. En cuanto a los *spillovers de rentas*, se refieren a los beneficios relacionados con los nuevos productos y las mejoras de éstos que se difunden a través de los intercambios económicos entre los distintos agentes.

Además de esta distinción de spillovers o externalidades tecnológicas, Griliches (1979) propuso un enfoque teórico, ampliamente utilizado en estudios empíricos, para el análisis del efecto de la I+D sobre la productividad. Se trataba de incluir el “estado de conocimiento tecnológico actual”, medido como los gastos en I+D actuales y pasados, en la función de producción. Los investigadores han usado diferentes medidas de I+D para el cálculo de spillovers, ya sean los gastos actua-

3 La no disponibilidad de datos por cualificación suficientemente desagregados por sectores y comunidades autónomas hacen imposible el análisis de empleo cualificado en relación al no cualificado.

les en I+D, el stock en I+D o la intensidad de I+D (gastos en I+D divididos por la producción o el valor añadido).

La literatura que surge a partir de la propuesta de Griliches es muy extensa. Es referencia obligada citar el trabajo de Coe y Helpman (1995), que se centra en estudiar el efecto de los spillovers de I+D internacionales basados en el comercio. Para una adecuada revisión de la literatura es útil consultar los detallados trabajos de Cincera y Van Pottelsberghe de la Potterie (2001) y Mohnen (2001), donde se indica que los mecanismos que han utilizado los economistas para cuantificar la transmisión de conocimientos son variados: 1) el comercio, particularmente el de bienes intermedios, bienes de capital,... 2) la inversión directa extranjera (IDE); 3) el pago de tecnologías no nacionales, por ejemplo patentes; 4) otros canales como la movilidad de científicos, empresarios u otro personal cualificado, la copia de resultados de investigaciones publicadas, la investigación en equipo, etc. Entre otros artículos recientes que siguen esta metodología y la aplican a diferentes campos encontramos: Ornaghi (2006) para estudiar su efecto sobre la productividad y la demanda de las empresas, Keller (2004) sobre la difusión tecnológica y, Verspagen y De Loo (1999) sobre la distribución de conocimiento entre sectores.

La proximidad tecnológica entre agentes económicos también incide en los mecanismos de transmisión de tecnología y en la literatura. Para tratar de medir esa proximidad, se han construido distintas matrices de flujos tecnológicos, ya sean a través de matrices de patentes o mediante las tablas input-output. Nosotros utilizamos los datos de Verspagen (1997), que construye tres matrices de spillovers de patentes usando datos de la Oficina de Patentes de los EE.UU. y la Oficina de Patentes Europea (EPO). Las 650.000 patentes de la EPO se clasifican en conocimiento apropiable y no apropiable, y existen también códigos principales y secundarios para el conocimiento considerado apropiable. La matriz de patentes que utilizamos es la construida a partir del conocimiento apropiable, en la que Verspagen usa aproximadamente el 60% de los 650.000 registros de la base de datos EPO. Esta matriz clasifica las patentes generadas por una industria en distintos sectores en función de un código principal y de otro suplementario, para el que inicialmente no estaba pensada la invención. En la medida que una patente se asigne a un sector para el que inicialmente no estaba pensada se generan spillovers de conocimiento. A partir de esa información la matriz se construye dividiendo las patentes asignadas de una industria a cada una del resto de ramas por el total de patentes de esa industria<sup>4</sup>.

4 La tecnología transferida a través de estas patentes son spillovers verticales, ya que la transmisión es entre agentes que pertenecen a diferentes ramas de actividad, y además, en la terminología de Griliches, hablaríamos de *spillovers de conocimiento*, ya que no existe una transacción entre las ramas que generan las innovaciones y las que se apropian de ellas. La literatura también nos habla de

De esta forma, se puede identificar el grado en que las innovaciones generadas por una industria son relevantes para el resto de ramas de actividad.

El enfoque de Verspagen sigue la línea abierta por Jaffe (1986), que indica que existe proximidad tecnológica entre dos agentes cuando las patentes que realizan esas empresas, industrias o regiones son similares, es decir, diríamos que esos agentes comparten un mismo espacio tecnológico. Un análisis algo distinto pero que también se apoya en matrices de patentes es el de Van Meijl (1997) que, de forma similar a Scherer (1982), emplea la matriz de flujos tecnológicos de Yale, que cubre aproximadamente 200.000 patentes en Canadá en el periodo 1972-1989 y que identifica los usuarios y productores de patentes para medir el efecto de esos spillovers sobre el crecimiento de la productividad.

Entre la literatura más reciente de spillovers de patentes basados en la terminología de Jaffe (1986) es interesante destacar los siguientes trabajos: Branstetter (2001), Bottazzi y Peri (2003) y Moreno *et al.* (2006). Branstetter (2001) utiliza la metodología de Jaffe (1986) para, a partir de información de unas 200 empresas de EEUU y de Japón, de sectores intensivos en alta tecnología, analizar la importancia de spillovers domésticos e internacionales. Para ello, estima para cada país una función de innovación a través de las patentes generadas, y una de producción entre 1983 y 1989. Los resultados indican que los spillovers domésticos son mucho más importantes que los internacionales y, además, que estos últimos sólo son importantes para las empresas japonesas, mientras que las empresas americanas no son capaces de absorber tecnología procedente de Japón.

Bottazzi y Peri (2003) investigan también la importancia que tiene tanto la distancia física como la tecnológica en la generación de patentes de 38 regiones europeas. Estos autores encuentran que los spillovers de I+D se transmiten a no más de 300 kilómetros, es decir, las externalidades están localizadas espacialmente. Al introducir la proximidad tecnológica entre regiones, calculada al estilo de Jaffe (1986), encuentran que los spillovers explican parte de la generación de patentes en las distintas regiones, pero su peso es muy inferior al que presentan los spillovers de I+D ponderados por la distancia.

En el reciente trabajo de Moreno *et al.* (2006), se estudia la importancia que tiene tanto la proximidad tecnológica como la geográfica en la generación de patentes en 138 regiones europeas, pertenecientes a la UE-15 más Suiza y Noruega. Estos autores, basándose en la metodología de Jaffe (1986) y utilizando la información de la Oficina de Patentes Europea, construyen una medida de proximidad tecno-

---

spillovers horizontales o intra-industriales, es decir, transferencia de conocimientos que se producen entre agentes económicos que pertenecen a un mismo grupo, por ejemplo, empresas de un mismo sector.

lógica. Los resultados indican que las externalidades espaciales, medidas a través de distancia o continuidad de las regiones, afectan positivamente a la generación de patentes. Sin embargo, la proximidad tecnológica no presenta un impacto por sí sola en la generación de patentes, aunque al combinar la información que ésta reporta con las medidas de distancia física, aumentan los coeficientes de los spillovers espaciales.

La contribución del análisis input-output al estudio de los spillovers es también importante, puesto que permite introducir las relaciones inter-industriales en el análisis a través de la compra de bienes intermedios. La principal referencia bibliográfica en este aspecto es el volumen 9 nº 1 de *Economic Systems Research* (1997). En este volumen Wolff (1997) usa la matriz de coeficientes técnicos y la intensidad de I+D de cada sector como variable tecnológica, definida como el ratio de gastos de I+D respecto al PIB en términos constantes para cada sector. Por su parte, Sakurai *et al.* (1997) emplea la intensidad de I+D respecto de la producción bruta del sector y la matriz inversa de Leontief. Para España, encontramos el trabajo de Gómez *et al.* (2006) en el que se calculan spillovers de sectores de tecnología de la información y las comunicaciones a partir de los inputs intermedios y el stock de I+D nacional e internacional.

El objetivo final del trabajo es analizar la incidencia de la tecnología sobre el empleo de la industria de CLM a través de la estimación de una función de demanda de trabajo. Este trabajo está en la línea de Barrell y Pain (1997), ya que estudian el impacto que sobre el nivel de empleo tienen las externalidades generadas por la inversión directa extranjera recibida por el Reino Unido. Al mismo tiempo, por la forma de medir los spillovers de patentes, nuestro trabajo está también próximo al de Hollanders y Ter Weel (2002), ya que estos autores utilizan también la matriz de patentes de Verspagen para comprobar su influencia en la estructura de cualificaciones de seis países de la OCDE. En otra línea de investigación distinta y aplicada para la economía española, De Juan y López (2005) muestran, a partir de un modelo de descomposición basado en técnicas input-output, cómo el cambio técnico favorece el empleo cualificado.

---

### 3. MODELO A ESTIMAR Y VARIABLES UTILIZADAS

---

El análisis del efecto de la tecnología sobre el empleo industrial se realizará a través de una función de producción “aumentada”. Esta expresión se desarrolla a partir de una función de producción con elasticidad de sustitución constante (CES), para evitar las restricciones impuestas por la función Cobb-Douglas. Incluye, además de los factores habituales, un término que recoge el impacto de la tecnología. La ecuación a estimar tiene la siguiente forma:

$$n_{it} = \alpha_1 y_{it} + \alpha_2 w_{it} + \alpha_3 \text{tecno}_{it} + (\varepsilon_i + u_{it}) \quad (1)$$

donde,  $i = 1, \dots, N$  indica sectores y  $t = 1, \dots, T$  indica años,  $n$  son las horas de trabajo,  $y$  denota el valor añadido,  $w$  el coste salarial por trabajador,  $\text{tecno}$  hace referencia a las distintas medidas de tecnología que se explican en esta misma sección (todas estas variables van en logaritmos),  $\varepsilon$  es el efecto fijo por sector (invariante en el tiempo) y  $u$  es el término de error.

La ecuación previa analiza los determinantes del empleo en un entorno de equilibrio suponiendo que los cambios en la variable de interés son automáticos, sin embargo la demanda de trabajo por parte de las empresas requiere un período de adaptación para responder a los cambios en las condiciones del mercado o para asimilar las nuevas tecnologías que se pongan a su alcance. Por ello, debemos dinamizar la expresión anterior<sup>5</sup>:

$$n_{it} = \alpha_0 n_{it-1} + \alpha_1 y_{it} + \alpha_2 w_{it} + \alpha_3 \text{tecno}_{it} + (\varepsilon_i + u_{it}) \quad (2)$$

La expresión previa nos permite investigar la dinámica de la relación añadiendo nuevos retardos en cualquiera de las variables. Una vez que la relación dinámica ha sido especificada, es posible encontrar el valor de los coeficientes a largo plazo a partir de los coeficientes estimados.

Nuestra variable de interés es la variable de tecnología ( $\text{tecno}$ ), y uno de los elementos determinantes del análisis es que consideramos que su efecto sobre el empleo viene, en parte, determinado por la vía que se utilice para acceder a dicha tecnología. Las medidas de tecnología calculadas son las siguientes: stock de I+D de cada industria de CLM, spillovers inter-industriales de I+D en CLM y dos medidas de spillovers de patentes basados en Verspagen y que constituyen spillovers geográficos, ya que van desde cada industria nacional a la correspondiente industria regional. A continuación desarrollamos con mayor detalle cómo se construyen estas variables.

Para el cálculo del stock de I+D por ramas de actividad, se ha utilizado el método de inventario permanente, que requiere disponer para cada rama de actividad del gasto en I+D realizado (FI+D) y la elección de una tasa de depreciación ( $d$ ). Esta medida nos da información del perfil innovador de la empresa a lo largo del tiempo, en lugar de informar sobre el gasto actual que es una medida más fluctuante. Se considera además que el gasto en I+D tiene resultados sobre la tecnología de las

5 Esta función de demanda de trabajo dinámica sigue las pautas de las ecuaciones de los trabajos de Barrell y Pain (1997), para inversión directa extranjera (FDI en sus siglas en inglés), y Piva y Vivarelli (2005).

empresas, y por tanto sobre su productividad, tras un periodo de maduración. La realización de programas de I+D en las empresas necesita amplios periodos de desarrollo, y aun cuando éstos se han completado, se requiere de algún tiempo para que sean aplicados en forma de tecnología nueva o mejorada, y para que los trabajadores se familiaricen con dicha tecnología, por lo que se considera más adecuada la medida de stock que la de flujo para el esfuerzo innovador de la empresa. Se ha empleado para el cálculo de la variable stock de I+D de Castilla-La Mancha la variable de *Inversión en activos inmateriales* de las empresas de más de 20 trabajadores recogida en la Encuesta Industrial de Empresas correspondiente al periodo 1993-2002, deflactada utilizando el deflactor del PIB. A continuación se recoge la expresión del stock de I+D<sup>6</sup>:

$$(Stock\ I + D)_{i,t}^r = (1 - d)(Stock\ I + D)_{i,t-1}^r + (F + D)_{i,t}^r \quad (3)$$

donde,  $(Stock\ I + D)_{i,t}^r$  es el stock regional de I+D del sector  $i$  en el año  $t$ ,  $(F + D)_{i,t}^r$  es el gasto regional en I+D del sector  $i$  en el año  $t$  y  $d$  es la tasa de depreciación<sup>7</sup>, que refleja la reducción del stock de conocimiento debida a la obsolescencia.

La segunda medida de tecnología recoge los spillovers inter-industriales dentro de Castilla-La Mancha. Para calcularla se ha restado del stock de I+D del total de la industria el stock de I+D de la propia rama industrial. La expresión de los spillovers de I+D que recibe la industria  $j$  en un año  $t$  es la siguiente:

$$(Spill\ Regional\ I + D)_{jt} = \sum (Stock\ I + D)_{it}^r, \quad \text{para } i \neq j \quad (4)$$

De esta manera, la transmisión de conocimientos por el uso de patentes de la industria española a la de CLM viene matizada por el esfuerzo en I+D que hace la industria regional. El cálculo del stock de I+D nacional se hace también a partir del método del inventario permanente y usando datos de la Estadística sobre actividades de I+D del INE, correspondientes al periodo 1986-2003 y deflactados por el deflactor del PIB.

Para calcular los spillovers de patentes que se producen entre la industria de la economía española y la industria de la región de CLM, se ha partido de la

6 A excepción del primer año, para el que se utilizó la fórmula de Griliches (1979):  $(Stock\ I + D)_{t=0} = (F + D)_{t=1} / (g + d)$ , donde  $g$  es la tasa anual de crecimiento de los gastos en I+D en el periodo considerado.

7 Se ha utilizado una tasa del 11%, intermedia a las que muestra la literatura, véase Coe y Helpman (1995), Beneito (2001), García *et al.* (2002) o Gómez *et al.* (2006), y del mismo valor para todas las ramas de actividad, con lo que no cambiarían las posiciones relativas de esos stocks de las distintas ramas.

matriz de patentes calculada por Verspagen (1997) a partir del conocimiento apropiable. Hemos supuesto que las relaciones inter-industriales de patentes que se producen en la economía española son similares a las encontradas por Verspagen (1997) para los principales países de la OCDE. Para adaptar esa información a las peculiaridades de la economía española se utilizan los stocks de I+D de cada año de la industria nacional, calculados a partir de la información suministrada por la Estadística sobre actividades de I+D del INE entre 1986-2003, como se ha comentado anteriormente.

Calculamos la matriz de spillovers de patentes [ $SpillPat^n$ ] multiplicando la matriz diagonal del stock de I+D de España [ $Stock\ I+D^n$ ] por la matriz de patentes de Verspagen, que está disponible sólo para 19 ramas de actividad, [ $Pat$ ]:  $SpillPat^n = Stock\ I+D^n * Pat$ . Al sumar por columnas, obtenemos los spillovers recibidos por cada industria al utilizar las patentes generadas por el resto de ramas de la economía<sup>8</sup>:

$$\begin{bmatrix} Stock\ I+D_1^n & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & Stock\ I+D_n^n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Pat_{1,1} & \dots & \dots & Pat_{1,n} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ Pat_{n,1} & \dots & \dots & Pat_{n,n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} SpillPat_{1,1}^n & \dots & SpillPat_{1,n}^n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ SpillPat_{n,1}^n & \dots & SpillPat_{n,n}^n \end{bmatrix}$$

Al sumar por columnas los elementos de [ $SpillPat^n$ ] obtenemos los spillovers recibidos por cada industria al utilizar las patentes generadas por el resto de ramas de la economía:

$$SpillPat_{jt}^n = \sum_i Stock\ I+D_{it}^n * Pat_{ijt}^n, \text{ para } i \neq j \quad (5)$$

$SpillPat_{jt}^n$  es una medida de spillovers de patentes que recoge los desbordamientos de tecnología que recibe una industria del esfuerzo generador de patentes de otras industrias<sup>9</sup>. Mientras que el stock de I+D varía año a año, sólo disponemos

- 8 Branstetter (2001) construye una medida de spillovers entre empresas de Japón y Estados Unidos de la misma forma que la que nosotros proponemos entre las industrias de CLM y la economía española. Por otro lado, la medida propuesta por Hollanders y Ter Weel (2002) es algo diferente, y posiblemente más completa, ya que, por un lado, descuenta la propensión a importar del sector que transmite tecnología, y, por otro, calcula spillovers internacionales de patentes a través de las importaciones procedentes de distintos países.
- 9 Excluimos el valor de la diagonal principal, ya que recoge las patentes generadas y usadas por cada una de las industrias (estrictamente no serían spillovers). Si sumamos por filas esta matriz, obtenemos la transferencia de tecnología que realiza cada sector al resto de la economía, información que no explotamos en este trabajo.

de una matriz construida con información sobre patentes entre los años 1979-1994. Estamos asumiendo que el espacio tecnológico en el que se mueve un sector es relativamente fijo en el corto plazo, ya que aunque las empresas pueden generar otro tipo de patentes, existen unos costes de ajuste que justifican que los cambios en el tiempo son lentos (Branstetter, 2001).

No todas las industrias son igual de importantes a la hora de diseminar tecnología. Las industrias intensivas en I+D son las que más tecnología difunden y, para estimar su incidencia, sumamos por columnas los spillovers procedentes de estos sectores intensivos (*SpillPatIntens<sub>jt</sub>*): Productos farmacéuticos; Máquinas de oficina, cálculo y ordenadores; Componentes electrónicos; Aparatos de radio, TV y comunicación; Instrumentos, óptica y relojería; y Construcción aeronáutica y espacial.

La capacidad de los sectores regionales para aprovechar las mejoras tecnológicas generadas por otros sectores a nivel nacional no es igual en todos ellos. En el presente estudio consideramos que la capacidad de absorción<sup>10</sup> de un sector depende de su propio esfuerzo innovador, recogido por el stock de I+D regional, resultando la siguiente medida (similar para los sectores intensivos en I+D):

$$SpillPat_{jt}^r = SpillPat_{jt}^n * Stock\ I+D_{jt}^r \quad (6)$$

Esta medida de capacidad de absorción nos permite ajustar la información estadística nacional y regional que tiene un distinto nivel de desagregación. Mientras que disponemos de información de patentes y de stock de I+D nacional sólo para 19 industrias, los datos regionales disponibles son de 77 ramas, de modo que a cada dato de stock nacional le corresponden varios sectores regionales. Los spillovers de patentes calculados son geográficos, ya que nos hablan de la transmisión desde la economía nacional a la regional, y también inter-sectoriales, pero sólo entre aquellos sectores con alta proximidad tecnológica. Por ejemplo, la *Industria de azulejos, baldosas, ladrillos, tejas y otros productos* de Castilla-La Mancha absorberá tecnología de la de *Fabricación de otros minerales no metálicos* española o la de *Fabricación de Maquinaria agraria* absorberá tecnología de la *Industria de construcción de maquinaria y equipo* de la economía nacional.

En cuanto a las fuentes utilizadas, la principal es la Encuesta Industrial para Castilla-La Mancha, que recoge información sobre 72 ramas industriales, que para el año 2002 representan el 81% del total de la cifra de negocio y el 98% del total

10 En Cincera y Van Pottelsberghe de la Potterie (2001), se recopilan las principales variables que inciden de forma importante en la absorción de tecnología: el propio gasto en I+D, la proporción de investigadores, los profesionales altamente cualificados y la formación profesional, la movilidad del capital humano, los acuerdos de colaboración, etc.

de las horas de trabajo<sup>11</sup>. Las variables requeridas para la estimación de la ecuación (2) son: para el empleo, el total de horas de trabajo; para el salario, los gastos de personal por hora trabajada; el valor añadido; y, para la tecnología, las variables comentadas con anterioridad. Los datos están deflactados en base 2000 usando los índices de precios industriales del INE, a excepción de los de I+D para los que se ha empleado el deflactor del PIB.

---

#### 4. EVOLUCIÓN RECIENTE DEL EMPLEO Y DE LA TECNOLOGÍA EN CLM

---

La industria de CLM se ha especializado en ciertas actividades de baja y media tecnología en las que presentaba unas claras ventajas absolutas dentro del entorno nacional, al poseer los recursos naturales para producir esos bienes (Palacio *et al.*, 2002)<sup>12</sup>. Entre esas industrias tradicionales destacan (Cuadro 1): la Industria agroalimentaria, la Industria textil y de la confección, la Industria de cuero y calzado, la Industria de la madera, la del Mueble y Minerales no metálicos. Las industrias tradicionales de la región soportan la mayoría del empleo industrial, ya que en ellas predominan las pequeñas y medianas empresas intensivas en empleo.

Otra característica importante de la industria regional es la escasa presencia de las industrias intensivas en tecnología y productoras de bienes de capital. En estas ramas sólo destacan en la región las industrias de Energía y Química. Comparten sin embargo con el resto de industrias de media y alta tecnología el que su capital

- 11 Las 27 ramas que han tenido que ser descartadas en el estudio debido a que no se dispone información por problemas de secreto estadístico o porque no hay datos para todo el periodo de análisis, son las siguientes: 001 Extracción de antracita, hulla, lignito y turba, 002 Industria del petróleo, gas natural y combustibles nucleares, 005 Elaboración y conservación de pescados, 007 Fabricación de grasas y aceites, 016 Industria del tabaco, 018 Fabricación de tejidos y textiles, 021 Otras industrias textiles, 040 Fabricación de pesticidas y otros, 044 Fabricación de otros productos químicos, 045 Fabricación de fibras artificiales y sintéticas, 055 Productos básicos de hierro, acero, 056 Fabricación de tubos, 057 Otras actividades del hierro y del acero, 077 Fabricación de aparatos eléctricos, 078 Fabricación de hilos y cables eléctricos aislados, 080 Acumuladores, pilas eléctricas y otro equipo eléctrico, 082 Transmisores de radiodifusión y televisión, 083 Aparatos de sonido e imagen, 084 Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos, 085 Instrumentos y aparatos de medida, control, óptica y fotografía, 086 Fabricación de vehículos de motor, 089 Construcción y reparación naval, 090 Fabricación de material ferroviario, 091 Construcción aeronáutica y espacial, 092 Fabricación de otro material de transporte, 095 Fabricación de artículos de deporte, juegos y juguetes, 097 Reciclaje, 099 Producción y distribución de gas, vapor y agua caliente.
- 12 Otras características que identifican estos autores respecto a la industria de CLM son: a) presenta una importante dispersión geográfica, ya que se han desarrollado a través de dos líneas imaginarias que van desde Tarancón a Almansa y desde Talavera a Hellín, más el Corredor del Henares y el Campo de Calatrava; y b) muestra una especialización industrial por territorios, por ejemplo, en Almansa predomina el calzado, en Villacañas los muebles, etc.

procede de fuera de la región y muchas de sus empresas se han situado en Toledo y Guadalajara aprovechando el efecto frontera con Madrid.

En la evolución reciente del empleo, entre 1993 y 2004, se observa una importante transformación estructural en el empleo industrial. Por un lado, la región mantiene una evolución del empleo muy favorable durante la expansión de 1993 y 2001, aumentando en un 26,4% y, a partir de 2001, cuando se enfría el sector industrial, la destrucción de empleo es reducida, sólo del 0,3%. Por otro lado, las dos ramas que pierden empleo de forma importante son la industria Química y el sector del Textil, confección y calzado. Mientras que la Química sufre, desde 1993, una reducción constante de puestos de trabajo, la situación de la industria del Textil, confección y calzado es diferente. En esta última industria ha sido la entrada de China en la OMC la que ha llevado a destrucciones intensivas de empleo a partir de 2001.

La composición por ramas del empleo en la región de CLM cambia entre 1993 y 2004 (Cuadro 1). El principal cambio se percibe en la rama de Metalurgia, que pasa de tener el 8% del empleo de la región a más del 14%, convirtiéndose prácticamente en la segunda rama más importante en términos de empleo de CLM, después de la de Alimentación. También destaca la evolución del empleo de las industrias de Productos minerales no metálicos (que crea 4.797 empleos), de Madera y corcho (2.982) y del Mueble (en torno a 2.000 nuevos empleos). La reducción de empleo destaca en las ramas del Textil, confección y calzado (pierde 3.400 empleos) y la Química (pierde 1.138). Aunque también hay que destacar que la principal industria regional, la Agroalimentaria, al generar sólo 2.046 empleos, pierde peso relativo. Por último es importante indicar que, aunque la evolución de las industrias de alta tecnología en la región es importante, estas ramas de Maquinaria y equipo mecánico y Equipo eléctrico, electrónico y óptico no modifican su posición relativa en el empleo de la región.

Castilla-La Mancha presenta un retraso tecnológico en el entorno español, a pesar de la evolución positiva de las variables tecnológicas en la región entre 1993 y 2002. En este período crece en un 102% el stock de I+D para toda la industria, en un 253% los spillovers de patentes y en un 59% los spillovers de patentes procedentes de sectores intensivos en tecnología (Cuadro 2). La evolución de esas variables tecnológicas por ramas es positiva de forma generalizada, y muy abultada para aquellas industrias que al principio del período tenían unos gastos prácticamente nulos. Las únicas industrias para las que se reduce el stock de I+D son para la Química y para Maquinaria y equipo mecánico. Por otro lado, la productividad del trabajo al crecer un 52% entre 1993 y 2002 acompaña la evolución de las medidas tecnológicas. Este crecimiento de la productividad del trabajo es generalizado por ramas, la única excepción se produce en Maquinaria y equipo eléctrico, electrónico y óptico donde la productividad cae un 31%.

**CUADRO 1**  
**ESPECIALIZACIÓN DEL EMPLEO INDUSTRIAL DE CLM, 1993-2004**

	Distribución del empleo CLM (%)		Empleo en CLM			
	1993	2004	1993	2004	Tasa crecimiento 1993-2004 (%)	Evolución 93-04
1. Industrias extractivas y del petróleo, energía y agua	4,1	4,4	3.712	5.047	36,0	1.335
2. Alimentación, bebidas y tabaco	20,9	18,3	18.975	21.021	10,8	2.046
3. Industria textil, confección, cuero y calzado	23,6	15,7	21.430	18.030	-15,9	-3.400
4. Madera y corcho	5,2	8,3	4.700	9.497	102,1	4.797
5. Papel, edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	2,7	4,2	2.419	4.840	100,1	2.421
6. Industria química	5,6	3,4	5.056	3.918	-22,5	-1.138
7. Caucho y materias plásticas	1,9	2,4	1.751	2.705	54,5	954
8. Productos minerales no metálicos diversos	9,8	10,4	8.943	11.925	33,3	2.982
9. Metalurgia y fabricación de productos metálicos	8,5	14,5	7.750	16.634	114,6	8.884
10. Maquinaria y equipo mecánico	3,7	3,8	3.375	4.329	28,3	954
11. Material y equipo eléctrico, Electrónico y óptico	3,5	3,4	3.153	3.919	24,3	766
12. Material de transporte	2,4	2,8	2.157	3.174	47,1	1.017
13. Industrias manufactureras diversas	8,3	8,3	7.519	9.536	26,8	2.017
Toda la Industria			90.940	114.574	26,0	23.634

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Industrial.

Respecto al stock de I+D hay que destacar cómo la industria química concentra el 68% del total de la región, seguida del 8,3% de la industria de alimentación y del 7,4% de la extractiva, petróleo y energía. Además, como ya indicamos, en CLM predominan las industrias tradicionales que son en su mayoría de capital regional. En esas industrias las empresas no dedican gran parte de su esfuerzo tecnológico a gastos en I+D, sino a otras actividades, como son: la adquisición de maquinaria y equipo, gastos en diseño, ingeniería industrial, comercialización y otros (Calvo, 2000). Por otra parte, las empresas castellano-manchegas tienen dificultades para alcanzar el umbral mínimo de gastos en I+D necesario para asegurar la obtención de resultados en materia de innovación y para aprovecharse de la existencia de

rendimientos de escala positivos en dichos gastos. En conclusión, dado el escaso gasto en I+D que realizan muchas industrias regionales y el alto crecimiento observado de los spillovers, la modernización tecnológica de la industria regional a través de la tecnología generada por empresas situadas en otras regiones puede ser importante para CLM.

**CUADRO 2**  
**EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES TECNOLÓGICAS Y DE LA PRODUCTIVIDAD POR INDUSTRIAS DE CLM, 1993-2002**

	Distribución sectorial en el 2002 (%)		Tasa de crecimiento entre 1993-2002 (%)		
	Stock I+D	Stock I+D	Spillovers patentes	Spillovers patentes intensivos	Productividad del trabajo
1. Industrias extractivas y del petróleo, energía y agua	7,4	7635	2209	2430	162
2. Alimentación, bebidas y tabaco	8,3	502	1983	1557	111
3. Industria textil, confección, cuero y calzado	2,0	165	131	106	41
4. Madera y corcho	1,7	3452	5257	4407	63
5. Papel, edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	1,7	73226	190749	165992	108
6. Industria química	68,5	-40	80	37	63
7. Caucho y materias plásticas	0,3	3681	5321	5034	90
8. Productos minerales no metálicos diversos	4,2	499	1270	1264	105
9. Metalurgia y fabricación de productos metálicos	2,5	17	278	204	79
10. Maquinaria y equipo mecánico	0,8	-16	87	52	78
11. Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	0,4	40205	178052	69078	-31
12. Material de transporte	1,6	562	2112	1573	64
13. Industrias manufactureras diversas	0,4	5711	7131	717	41
Toda la industria*		107	253	59	52

Nota: Los datos correspondientes a "Toda la industria" no están ponderados, sino que se han calculado a partir de la suma de los datos correspondientes de todos los sectores entre los dos años.

Fuente: Elaboración propia.

---

## 5. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL EMPLEO DE CLM

---

Los resultados de la estimación de la ecuación (2) se recogen en el Cuadro 3. Para realizar dicha estimación se ha buscado la herramienta econométrica más adecuada a las características de dicha ecuación, como son la presencia de un retardo de la variable dependiente entre los regresores para recoger periodos de ajuste, la alta autocorrelación esperada en la mayor parte de las variables de la ecuación, la posible relación de endogeneidad y la posible multicolinealidad entre algunas de las variables de la ecuación. Todas estas características provocarán sesgos en los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), siendo preferible la estimación por GMM (Método Generalizado de Momentos, siglas en inglés, véase Arellano y Bond, 1991, y Blundell y Bond, 1998). Este método de estimación por variables instrumentales garantiza la consistencia de la estimación explotando todos los momentos disponibles para el cálculo de los coeficientes, y, en el caso concreto de su versión GMM-SYS (GMM sistema), estimando una regresión en diferencias incluyendo retardos en niveles como instrumentos, y una regresión en niveles incluyendo retardos en diferencias como instrumentos.

La elección de los retardos utilizados para cada variable depende de su consideración en el modelo. El número de trabajadores y la producción de la empresa son variables endógenas, ya que pueden verse conjuntamente afectadas por shocks externos, mientras que se consideran exógenos los salarios y predeterminada la medida de spillovers y de stock de I+D. Para controlar posibles efectos temporales, debidos, por ejemplo, al ciclo económico, se han incluido dummies por periodo en cada regresión.

Los resultados del Cuadro 3 muestran la estimación de nuestra ecuación de demanda de trabajo aumentada con las distintas medidas de tecnología comentadas en la sección 3. Los términos comunes a todas las regresiones, las variables estándar de la función de demanda de trabajo, tienen los signos esperados y sus valores son estables para las distintas estimaciones. El empleo, medido a través de horas de trabajo, crece conforme aumenta la producción industrial y se ve reducido al aumentar los salarios<sup>13</sup>.

13 En cuanto a la bondad del modelo, los estadísticos muestran la validez de la metodología econométrica utilizada en todas las columnas de la Tabla 3: la validez de los instrumentos seleccionados no se ve rechazada por el test de Sargan, mientras que el resultado del test de autocorrelación de segundo orden (correlación negativa en m1 y no correlación en m2) es consistente con el supuesto de no existencia de correlación en los residuos.

**CUADRO 3**  
**TECNOLOGÍA, SPILLOVERS Y EMPLEO EN CASTILLA-LA MANCHA,**  
**1993-2002.**

Variables	1	2	3	4	5	6
$n_{t-1}$	0.22437	0.23601	0.21582	0.19241	0.23392	0.19149
	0.000***	0.000***	0.000***	0.0100***	0.000***	0.000***
$y_t$	0.75656	0.73008	0.81045	0.79874	0.80697	0.81419
	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
$w_t$	-0.79479	-0.75613	-0.90290	-0.86853	-0.82347	-0.90395
	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
Stock I+D sectorial de CLM	-0.03100				-0.01393	-0.00240
	0.043**				0.377	0.889
Spillovers I+D Regional		2.72401				
		0.158				
Spillovers Patentes Nacional			-0.03700		-0.02828	
			0.001***		0.056**	
Spillovers Patentes Intensivos I+D Nacional				-0.03300		-0.03175
				0.002***		0.014***
Sargan test:	[0.663]	[0.955]	[0.730]	[0.600]	[0.860]	[0.954]
AR(1) test:	[0.000] ***	[0.000] **	[0.000] ***	[0.000] ***	[0.000] ***	[0.000] ***
AR(2) test:	[0.546]	[0.930]	[0.627]	[0.807]	[0.855]	[0.693]

**Notas:**

1. Estimadores second-step GMM-SYS, utilizando errores estándar corregidos para muestras pequeñas. Todas las variables han sido incluidas en logaritmos. Se ha utilizado el programa PcGive para realizar las estimaciones.

2. Test: valores p para la significación de todos los coeficientes, hipótesis nula para Sargan y tests de autocorrelación m (1) and m (2). \* indica parámetro significativo al 10%, \*\* al 5% y \*\*\* al 1%.

3. Instrumentos:

Para la ecuación en diferencias:  $n_{i,t-2}$  a  $n_{i,t-4}$ ,  $y_{i,t-2}$  a  $y_{i,t-4}$ ,  $w_{i,t-1}$ ,  $Tecno_{it}$

Para la ecuación en niveles:  $\Delta n_{i,t-1}$  y  $\Delta y_{i,t-1}$ .

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Industrial.

La columna 1 muestra cómo el stock de I+D de cada industria regional tiene un impacto negativo, aunque pequeño, en el empleo de la industria de Castilla-La Mancha. Un aumento en un 1% en el stock de I+D regional reduce el empleo a corto plazo<sup>14</sup> en un 0,031%. El efecto negativo sobre el empleo, resultado del esfuerzo innovador propio de cada sector, nos indica que la obtención de nuevas tecnologías (entendidas en sentido amplio, incluyendo la introducción de cambios en el sistema productivo, en los bienes producidos, en los sistemas organizativos, etc.) mejora la competitividad de las empresas reduciendo los requerimientos de empleo. Este efecto de la tecnología es también común a aquellas mejoras que se introducen a través de los spillovers de patentes de las ramas a nivel nacional, como se observa en las columnas 3 y 4. Para el caso español, nuestros resultados coinciden con García *et al.* (2002), quienes encuentran una relación negativa a escala empresarial, aunque débil, entre el empleo y las innovaciones de proceso (aunque también encuentran una relación positiva, no coincidente con la nuestra, entre el empleo y una medida del stock de conocimiento). Por otro lado, Llorca y Gil (2002) hallan una relación positiva para empresas entre innovaciones de proceso y de producto y el nivel de empleo industrial español<sup>15</sup>.

El diferente impacto de la tecnología sobre el empleo en CLM y España se puede deber a sus diferentes peculiaridades productivas y tecnológicas. El hecho de que la región de CLM mantenga un retraso tecnológico respecto a la media nacional, puede llevar a que su adquisición de tecnología se apoye más en imitación, copia y absorción, y que por tanto, su impacto sea diferente al nacional<sup>16</sup>. De todas formas, hay que tener en cuenta que la reducción de empleo por vía tecnológica encontrada en CLM se produce en un periodo donde la industria de CLM mantiene un crecimiento neto de su empleo muy elevado, en torno al 25%, y donde la productividad por hora trabajada en toda la industria crece en un 52% (de 15,87 euros por hora trabajada en 1993 a 26,2 euros en 2002). Es decir, a pesar del impacto

- 14 En el equilibrio a largo plazo el coeficiente de la tecnología se calcularía como:  $\alpha_3^L = \alpha_3 / 1 - \alpha_0$  y el valor del coeficiente sería 0,040. En la práctica, y dado que el coeficiente  $\alpha_0$  de la variable dependiente retardada  $n_{t-1}$  se sitúa alrededor de 0,2, el coeficiente de largo plazo para cada variable es el resultado de dividir el coeficiente de corto plazo por 0,8, por lo que el único cambio es un ligero incremento en los impactos cuando nos centramos en el largo en lugar del corto plazo.
- 15 Si nos fijamos en el impacto sobre las cualificaciones, tanto Aguirregabiria y Alonso-Borrego (2001) a escala empresarial, como De Juan y López (2005) a escala sectorial, encuentran una relación positiva entre tecnología y trabajo cualificado.
- 16 Existe otra posible explicación al distinto signo encontrado entre los trabajos nacionales y éste regional, ya que los primeros son a escala empresarial y el nuestro es a escala industrial. Cuando se trabaja a escala industrial, siempre es posible que se produzca un efecto de robo de mercado entre las empresas que innovan y las que no innovan. En ese caso, la reducción de empleo podría deberse a ese robo de mercado, generándose una externalidad negativa (Branstetter, 2001).

negativo de la tecnología sobre el empleo en el periodo considerado, la industria castellano-manchega mantiene una evolución neta del empleo positiva.

La proximidad tecnológica entre la industria regional y la nacional se revela como un factor a tener en cuenta a la hora de la transmisión de spillovers de conocimiento, columnas 3 y 4. El impacto significativo y negativo de los spillovers de patentes sobre el empleo da muestra de ello, aunque los coeficientes presentan un rango parecido al del stock de I+D regional. Este impacto de estos spillovers es coincidente con los recientes estudios internacionales de Hollanders y Ter Weel (2002), Branstetter (2001), Bottazzi y Peri (2003) y Moreno *et al.* (2006), los cuales también utilizan una medida de proximidad tecnológica construida bajo el criterio de Jaffe (1986). El trabajo de Hollanders y Ter Weel (2002) es el más parecido al nuestro, ya que encuentran que las externalidades tecnológicas nacionales e internacionales inciden favorablemente en el empleo cualificado *versus* no cualificado de seis países de la UE. Los otros tres trabajos estiman la incidencia de los spillovers sobre la generación de patentes y encuentran que los spillovers geográficos, cuanto más cerca mejor, son más importantes que los generados a través de la proximidad tecnológica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que nuestras estimaciones están realizadas suponiendo que no hay distancia entre la región de CLM y el resto de la economía española o que son economías contiguas. Por otro lado, al comparar los spillovers de patentes, columna 3, con los spillovers de patentes procedentes de sectores intensivos en tecnología, columna 4, observamos cómo los coeficientes son muy parecidos. Esto indica que son los sectores intensivos en tecnología nacional los principales transmisores de tecnología al resto de industrias regionales.

Hay que reseñar cómo, al introducir conjuntamente el stock de I+D de cada industria y los spillovers de patentes en la función de demanda de trabajo, sólo permanece significativa la segunda medida, columnas 5 y 6. Esto está indicando que el ahorro de empleo en las industrias que realizan un esfuerzo innovador se produce, no tanto como consecuencia de las innovaciones resultado del propio esfuerzo, sino como consecuencia de tecnologías provenientes del exterior. La tecnología resultante del esfuerzo innovador propio tiene un efecto menor sobre el empleo regional, lo que puede explicarse por la falta de perfil innovador y bagaje tecnológico en las empresas de la región, y por la carencia de un tejido empresarial capaz de impulsar el comportamiento innovador de las empresas del entorno. A pesar de ello, el esfuerzo innovador es fundamental aunque su función es la de servir de catalizador de las mejoras tecnológicas absorbibles de la economía nacional. Las empresas regionales pueden aprovechar mejor las tecnologías que se presentan en el mercado si cuentan con una infraestructura organizativa que fomente el desarrollo tecnológico. Además, el resultado de que los spillovers tengan incluso un mayor coeficiente que el propio esfuerzo innovador es también habitual en parte de la literatura. Como indican Cincera y Van Pottelsberghe de la Potterie (2001), el

efecto de los spillovers sobre la productividad total de los factores es mayor que el del propio esfuerzo en I+D si las empresas tienen dificultades para recuperar todos los beneficios derivados del gasto en I+D<sup>17</sup>.

El efecto sobre el empleo es distinto cuando se aumenta la ecuación con la medida de spillovers regional, columna 2, que se calcula como la suma del stock de I+D de todos los sectores industriales menos el de la propia rama. En este caso, observamos que el coeficiente de los spillovers del stock de I+D regional no es significativo, indicando que el esfuerzo en I+D que realiza cada rama dentro de CLM no tiene un efecto claro sobre el empleo del resto de ramas regionales. La falta de un entorno innovador hace que las empresas estén poco influenciadas por los gastos en I+D en otras ramas. Tal y como observan Fernández y León, “la posibilidad de establecer relaciones de cooperación y redes de colaboración entre los diversos agentes que participan en el proceso innovador y su dimensión regional está en la base de la generación del conocimiento y del aprendizaje como elemento imprescindible para la innovación.” (Fernández y León, 2006, p. 83). Concluimos entonces que la cercanía física en este caso no es garantía de la transmisión de conocimientos, más aún en una región como la de CLM donde el bajo esfuerzo innovador impide que la tecnología generada en las diferentes industrias sea complementaria o útil a escala intersectorial. Es necesario que exista una cierta proximidad tecnológica que permita que innovaciones patentadas por una industria coincidan en el espacio tecnológico de las industrias a las que se transmite tecnología.

Comparando los resultados de las columnas 2, 3 y 4 llegamos al convencimiento de que el esfuerzo innovador nacional tiene un mayor impacto que el regional sobre el empleo sectorial en CLM, aunque el esfuerzo regional es indispensable para permitir que se puedan aprovechar innovaciones provenientes de fuentes distintas al propio esfuerzo. Las empresas castellano-manchegas de sectores de alta tecnología, cuyo capital tiene origen nacional en su mayoría, se ven impulsadas a nivel tecnológico gracias a sus relaciones con empresas de fuera de la región, probablemente porque dichas empresas, con un nivel tecnológico más alto, fuerzan a las empresas regionales a garantizar ciertas exigencias de calidad y competitividad (véase Boekholt y van der Weele, 1998). La existencia de empresas de distinto origen integradas en las diferentes fases del proceso productivo obliga a las empresas regionales a adaptarse a los requerimientos de las empresas que ocupan eslabones previos o posteriores en la cadena productiva.

17 Resultados similares encuentran Barrios (2000) y Torres (2002) para la economía española. Aunque Barrios centra su análisis en el impacto de los spillovers tecnológicos para empresas de propiedad extranjera situadas en España y su relación con la productividad, y Torres en el efecto de los gastos en I+D y en las diferencias salariales para trabajadores cualificados y no cualificados por sectores.

---

## 6. CONCLUSIONES

---

En este trabajo, se comprueba cómo la proximidad tecnológica, medida a través de spillovers de conocimiento vía patentes, es una variable clave en la adquisición de tecnología en la industria de CLM y tiene un efecto negativo sobre su empleo. Los spillovers o externalidades calculados en este trabajo son geográficos, ya que contabilizan la transmisión de conocimientos que se produce entre industrias situadas en distintos espacios económicos, de la industria nacional a la regional.

La estimación de la función de demanda de trabajo nos muestra que el empleo de la industria de CLM evoluciona positivamente con la producción y de forma negativa con el salario. Al introducir las variables tecnológicas, dos de ellas, el stock de I+D de cada industria y los spillovers de patentes procedentes de toda la economía española, permiten ahorrar empleo en la industria de CLM entre 1993 y 2002. Sin embargo, la medida de spillovers de I+D regionales, stock de I+D de la región menos el stock del propio sector, no presenta un efecto significativo sobre el empleo regional. A la luz de los resultados, la medida de proximidad tecnológica empleada nos permite comprobar cómo, en el caso de CLM, para la transmisión de conocimiento son tanto o más importantes las conexiones tecnológicas entre distintos agentes que la ausencia de distancia física entre ellos. Una extensión interesante de este trabajo consistiría en estudiar el diferente efecto de la transmisión de tecnología en función de la intensidad tecnológica de los sectores. Igualmente, y dada la concentración de empresas tecnológicas en distritos industriales, podría ser especialmente adecuado centrar el análisis en las transferencias de conocimiento entre empresas. En estos casos, la proximidad física sí que podría ser un factor relevante en esa transmisión.

Al introducir conjuntamente el stock de I+D de cada industria y los spillovers de patentes en la función de demanda de trabajo, sólo permanece significativa la segunda medida. Este resultado hay que interpretarlo como que el propio stock de I+D es más importante como factor que facilita la absorción de tecnología en la región de CLM que como generador de nuevas ideas. La industria de CLM es capaz de absorber o imitar las innovaciones realizadas a escala nacional y de aprovecharse de ellas para reducir su empleo.

En conclusión, los resultados encontrados resaltan la importancia de las políticas regionales de I+D. Sin las adecuadas inversiones en tecnología, no sólo se limitará la generación de innovaciones dentro de la región, sino que también se dificultará la adquisición de aquellos nuevos conocimientos que se generen fuera de la región, y que, como se ha mostrado, han sido un factor determinante de la evolución reciente del empleo industrial.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRREGABIRIA, V. y ALONSO-BORREGO, C., (2001) "Occupational structure, technological innovation, and reorganization of production", *Labour Economics*, 8 (January), pp. 43-73.
- ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): "Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations", *Review of Economic Studies*, 58, pp. 277-297.
- AUDRETSCH, D. B. y FELDMAN, M. P. (1996) "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production", *The American Economic Review*, 86 (3), pp. 630-640.
- BARRELL, R. y PAIN, N. (1997) "Foreign Direct Investment, Technological Change, and Economic Growth Within Europe", *The Economic Journal*, 107 (November), pp. 1770-86.
- BARRIOS, S. (2000) "Are there Positive Spillovers from Foreign Direct Investment? Evidence from the Spanish Experience (1990-1994)", mimeo, University of Manchester.
- BENEITO, P. (2001) "R&D Productivity and Spillovers at the Firm Level: Evidence from Spanish Panel Data", *Investigaciones Económicas*, XXV (2), pp. 289-313.
- BILBAO-OSORIO, B. y RODRIGUEZ-POSE, A. (2004): "From R&D to innovation and economic growth in the EU", *Growth and Change*, 35, pp. 434-455.
- BLUNDELL, R. y BOND, S. (1998): "Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models", *Journal of Econometrics*, 87, pp. 115-143.
- BOEKHOLT, P. y VAN DER WEELE, E. (1998) "Southeast Brabant: a regional innovation system in transition", en Braczyk, H. J., Cooke, P., Heidenreich, M.(eds.): *Regional Innovation Systems*, UCL Press, Londres, pp. 48-71.
- BOTTAZZI, L. y PERI, G. (2003) "Innovation and spillovers in regions: evidence from European patent data", *European Economic Review*, 47 (4), pp. 687-710.
- BRANSTETTER L. G. (2001) "Are knowledge spillovers international or intranational in scope? Microeconomic evidence from the U.S. and Japan", *Journal of International Economics*, 53, pp. 53-79.
- CALVO, L. (2000) "Una caracterización de la innovación tecnológica en los sectores manufactureros españoles: Algunos datos", *Economía Industrial*, 331, pp. 139-150
- CINCERA, M. y VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE, B. (2001) «International R&D Spillovers: A Survey», *Cahiers Economiques de Bruxelles*, 169 (1), pp 3-31.
- COE, D.T. y HELPMAN, E. (1995) "International R&D spillovers", *European Economic Review*, 39, pp. 859-887.
- DE JUAN, O. y LÓPEZ, L. A. (2005): "Cambio técnico y cambio ocupacional en la economía española (1980-2000)", *Cuadernos de Economía*, 27, pp. 3-32.
- FERNÁNDEZ, A. M. y LEÓN, M. D. (2006) "Actividades de I+D e innovación en las regiones de Europa: Indicadores y experiencias de éxito", *Revista de Estudios Regionales*, 76, pp. 77-103.
- GARCÍA, A., JAUMANDREU, J. y RODRÍGUEZ, C. (2002): "Innovación y empleo: evidencia a escala de empresa", *Economía Industrial*, 348 (VI), pp. 111-118.
- GRILICHES, Z. (1979) "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth", *Bell Journal of Economics*, 10, pp. 92-116.
- GRILICHES, Z., (1992) "The search for R&D spillovers, Scandinavian", *Journal of Economics*, 94, pp. S29-S47.
- GRIFFITH, R., REDDING, S. y VAN REENEN, J. (2003) "R&D and absorptive capacity: theory and empirical evidence", *Scandinavian journal of Economics*, 105 (1), pp. 99-118.
- GÓMEZ, N., LÓPEZ, L. A. y TOBARRA, M. A., (2006) "Difusión y absorción de las TIC en la economía española", *Economía Industrial*, 360, pp. 117-130.
- HOLLANDERS, H. y TER WEEL, B. (2002) "Technology, knowledge spillovers, and changes in employment structure: Evidence from six OECD countries", *Labour Economics*, 9 (5), pp. 579-599.
- JAFFE, A. D. (1986): "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value", *The American Economic Review*, 76 (5), pp. 984-1001.
- JAFFE, A., TRAJTENBERG, M. y HENDERSON R. (1993): "Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citation", *Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), pp.577-598.
- KELLER, W. (2004) "International technology diffusion", *Journal of Economic Literature*, 42 (3), pp. 752-782.

- KRUGMAN, P. (1991) *Geography and trade*, Cambridge MA: MIT Press.
- LLOORCA, R. y GIL, S. (2002) "Innovaciones de producto, innovaciones de proceso y empleo. El caso de España", *Economía Industrial*, 348 (VI), pp. 119-126.
- MOHNEN, P. (2001) "International R&D Spillovers and Economic Growth", in Pohjola, M. (ed.) *Information technology, productivity, and economic growth*, Oxford University Press.
- MORENO, R., PACI, R. y USAI, S. (2006): "Importancia de la proximidad geográfica y tecnológica en la difusión de la innovación: Las regiones europeas", *Papeles de Economía Española*, 107, pp. 96-115.
- ORNAGHI, C. (2006) "Spillovers in product and process innovation: Evidence from manufacturing firms", *International Journal of Industrial Organization*, 24 (2), pp. 349-380.
- PALACIO, J. I., PARDO, M. y RUIZ T. (2002) "Industria", en Palacio, J. I. (coord.) (2002): *Estructura Económica de Castilla-La Mancha*, Ciudad Real, Celeste Ediciones.
- PIVA, M. y VIVARELLI, M. (2005): "Innovation and employment: Evidence from Italian microdata", *Journal of Economics*, 86, pp. 65-83.
- RODRIGUEZ-POSE, A. (1999): "Innovation prone and innovation averse societies: Economic performance in Europe", *Growth and Change*, 30, pp. 75-105.
- RUIZ, M. J. (2007), "Influencia de las economías externas distrituales sobre laproductividad empresarial: un enfoque multinivel", ponencia presentada al X Encuentro de Economía Aplicada, Logroño, Junio.
- SAKURAI, N., PAPACONSTANTINOU, G. y IOANNIDIS, E. (1997) "Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Empirical Evidence for OECD Countries", *Economic Systems Research*, 9 (1), pp. 81-111.
- SCHERER, F. (1982) "Inter-industry technology flows and productivity growth", *Review of Economics and Statistics* LXIV, pp. 627-634.
- TORRES, V. X., 2002. "Dispersión salarial y cambio tecnológico en la industria española", *Investigaciones Económicas* XXVI (3), 551--571.
- VAN MEIJL, H. (1997) "Measuring the Impact of Direct and Indirect R&D on the Productivity Growth of Industries: Using the Yale Technology Concordance", *Economic Systems Research*, 9 (2), pp. 205-212.
- VERSPAGEN, B. (1997) "Measuring Inter-Sectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases", *Economic Systems Research*, IX, pp. 49-67.
- VERSPAGEN, B. y DE LOO, I., (1999) "Technology spillovers between sectors and over time", *Technological Forecasting and Social Change*, 60(3), pp. 215-235.
- WOLFF, E.N. (1997) "Spillovers, Linkages and Technical Change", *Economic Systems Research*, 9 (1), pp. 9-24.

